جامعة الموصل
كلية الهندسة

تشتيت طاقة الجريان باستخدام كتل المزلق

محمد سعد أحمد محمد الحمداني

رسالة ماجستير علوم في
هندسة السدود والموارد المائية / هيدروليك

بإشراف
المدرس/ الدكتورة
مينا أحمد داؤد الصواف

1443هـ 2021 م

المستخلص

يعتبر المسيل المائي أحد أهم المنشآت الهيدروليكية التي تستخدم في إدارة وتنظيم الفيضان ، ولزيادة تشتيت طاقة الجريان القادمة من المسيل المائي ولضمان حصول القفزة الهيدروليكية ضمن حوض التهدئة وبأقل طول ممكن ولمعرفة مدى صلاحية استخدام ديناميكيات الموائع الحسابية (Computational Fluid Dynamics CFD) في تمثيل خصائص الجريان المضطرب. تم استخدام النمذجة المزدوجة الفيزيائية والعددية لتمثيل حالات الجريان لعدد من نماذج الكتل المشتتة للطاقة في مزلق مسيل مائي، بلغ عدد التجارب المختبرية 9 تجارب وبلغ عدد التجارب العددية 54 تجربة.

النماذج المدروسة كانت على مجموعتين: الأولى لخمسة نماذج تحوي على كتل مزلق مختلفة في عدد صفوف الكتل المشتتة لطاقة الجريان الفيضاني فوق الحرج. تراوحت عدد صفوف الكتل بين لا يوجد كتل إلى أربع صفوف من الكتل موزعة من نهاية المزلق. تم دراسة تأثير الكتل بست حالات لميول المزلق 1:1.8 و1:1.6 و1:1.4 و1:1.2 و1:1.0 و1:0.8 وبتصريف 30 لتر/ثا وبأرتفاع 10سم للهدار في نهاية القناة. المجموعة الثانية كانت أربعة نماذج لكتل مزلق بصف واحد لكن بشكل الكتلة المختلف عن النمط التقليدي ولميل مزلق واحد وهو 1:1.2 وبتصريف 30 لتر/ثا وبأرتفاع 10سم للهدار في نهاية القناة. كما تم دراسة تأثير تغير أرتفاع الهدار في نهاية القناة لبعض نماذج المجموعة الأولى وهي خمسة أعماق 8 و 9 و 11 و 12 سم وبميل 1:1.2 للمزلق المائي وبتصريف 30 لتر/ثا، أيضاً تمت دراسة تغير التصاريف وبيان تأثيرها على تشتيت الطاقة.

تم استخدام نموذجي الاضطراب RNG $k-\varepsilon$ (renormalisation-group)، واستخدم كذلك شبكة غير منتظمة متكونة من حجمين الأولى بحجم 0.5 سم والثانية بحجم 0.25 سم وحسب تحليل تقارب الشبكة. كذلك تم استخدام نموذج التهوية لمعرفة منطقة التدوير (الاضطراب) ضمن القفزة الهيدروليكية.

في النمذجة الفيزيائية تم دراسة النماذج ذات الميل 1:1.2 للمزلق فقط. وتمت مقارنة نتائجه بالنمذجة العددية إذ إن كلا النموذجين كانا قادرين على تمثيل حالة الجريان بنجاح من حيث شكل القفزة الهيدروليكية وارقام فرود وقيم السرعة، إذ تراوحت قيمة دقة التقارب بين كلا النمذجتين بين 98.3% الى94.8% لمخطط سطح الماء وتراوحت بين86.2% الى 95.6% لمخطط توزيع السرع.

أفضل قيمة لنسبة الأعماق المتسلسلة للنماذج كانت عند النموذج المتكون من أربعة صفوف من الكتل بالثلث الأخير من المزلق وبأرتفاع 8 سم للهدار وبميل مزلق 1:0.8 إذ بلغت نسبة تخفيض إلى 44.69%. وعنده كانت اعلى قيمة لكفاءة تشتيت طاقة الجريان إذ تحسنت الكفاءة بنسبة 54.4%.

أعطت النماذج الأخرى نسب الزيادة في الكفاءة وهي نماذج الصفين من الكتل اوالثلاثة صفوف إذ بلغت إلى 25.4% و 14.9%على التوالي ولميل مزلق 1:0.8. وبلغت اقل قيمة لطول منطقة التدوير (الاضطراب) وطول مسافة الجريان فوق الحرج عند نموذج الصفوف الأربعة وبميل مزلق 1:1.0، وبلغت نسب التقليل الى 17.5% و 94.8% على التوالي.

ضمن ميل المزلق 1:1.2 اعطى النموذج الحاوي على صف واحد من كتل المزلق بشكل نصف دائري قيمة جيدة في تشتيت الطاقة وصلت الى 57.1% وهي مقاربة لنموذج الصفوف الأربعة من الكتل.

وأخيراً بغض النظر عن اختيار نوع النموذج لتشتيت طاقة الجريان فقد لوحظ أن أرتفاع الهدار في نهاية القناة وميل المسيل المائي يلعبان دوراً مهما لاتقل أهميتهم عن نوع النموذج المختار في تشتيت طاقة الجريان.

Abstract

The spillway is one of the most important hydraulic installations that are used in flood management and regulation. Increasing the dissipation of flow energy , creating ahydraulic jump in stilling basin with a shorter length and identifying the best model of Computational Fluid Dynamics (CFD) to represent the case are the main aims of this study. Physical and numerical models were used to present the effects of different rows of chute blocks and the effect of their shape. 9 physical models and 54 numerical models were studied.

The study models included two groups: the first, five models of standard shape of the block but in different rows, no blocks to four rows distributed from chute toe. Each one was studied in six chute slopes, 1:0.8, 1:1, 1:1.2, 1:1.4, 1:1.6, 1:1.8, while the discharge was kept constant at 30 l/s and the tail water 10cm. the second group was for four models of one row for blocks but in different shape compared to the standard one. Each model tested when the discharge was 30 l/s, tail water 10 cm and chute slope 1:1.2. For some cases of the first group, the effect of changing the depths of weir were examined, the were 8, 9, 11, 12 cm. also the influence of different discharges were examined in some models.

In the numerical model, the turbulence model RNG and K-ϵ was used and non-uniform mesh which has two sizes 0.5 cm and 0.25 cm based of mesh convergence. Also, aeration model was used for circulation area (turbulence area) in the hydraulic jump .

In physical modeling the case of slope 1:1.2 were studied. A comparison was done between physical and numerical models, where the both are valid to represent the flow, the shape of the hydraulic jump, Froude number. and velocities values. The range of accuracy laid between 94.8% -97.3% for surface water profile, and 86.2%-95.6% for velocity profile.

The best value of the consequences depths was happened in the model of the four rows of blocks at the weir depth of 8 cm and chute slope of 1:0.8, which the reduction value reached 44.69%. at the same model the efficiency of energy dissipation improved to 54.5%. Also, the models of two rows and three rows gave good values of the efficiency of energy dissipation, which was 25.4% and 14.9%, respectively, at 1:0.8 chute slope. The least circulation length and supercritical flow length occurred at the model of four rows of blocks at 1:1 chute slope, the values were 17.5% and 94.8%, respectively .

The rate of energy dissipation reached 57.1% in the model of one row of chute blocks which they have semi-circular shape, and the chute slope was 1:1.2, this result was similar to the result of the four rows of standard shape blocks .

Whatever the model of energy dissipation, water tail and chute slope play basic role to control the flow energy.

University of Mosul
Collage of Engineering

Dissipation of Flow Energy Using Chute Blocks

Mohamed Saad Ahmed Alhmdany

M.Sc. Thesis
Dams and Water Resources Engineering / Hydraulic

Supervised by

Lecturer

Dr. MENA AHMED ALSAWAF

1443 A.H **2021 A.D**